

Halbleiter-Bauteil

Patent number: DE19641839

Publication date: 1997-05-15

Inventor: AJIT JANARDHANAN S (US)

Applicant: INT RECTIFIER CORP (US)

Classification:

- International: H01L29/772; H01L29/872

- european: H01L29/24D, H01L29/267, H01L29/78B2, H01L29/78B2B2, H01L29/861

Application number: DE19961041839 19961010

Priority number(s): US19950004983P 19951010

Also published as:



GB2306250 (A)

FR2740907 (A1)

Abstract of DE19641839

A semiconductor device structure having an epitaxial layer 12, formed of silicon for example, is disposed on a high band-gap material 11, such as silicon carbide, which is in turn disposed on a semiconductor substrate 10, such as silicon. The high band gap material achieves a charge concentration much higher than that of a conventional semiconductor material for the same breakdown voltage. This structure may be used in a MOSFET or a diode. The region 11 is a drift region of lower resistance than silicon and provides a higher critical avalanche field. The MOSFET may be of the trench type with a polysilicon gate.

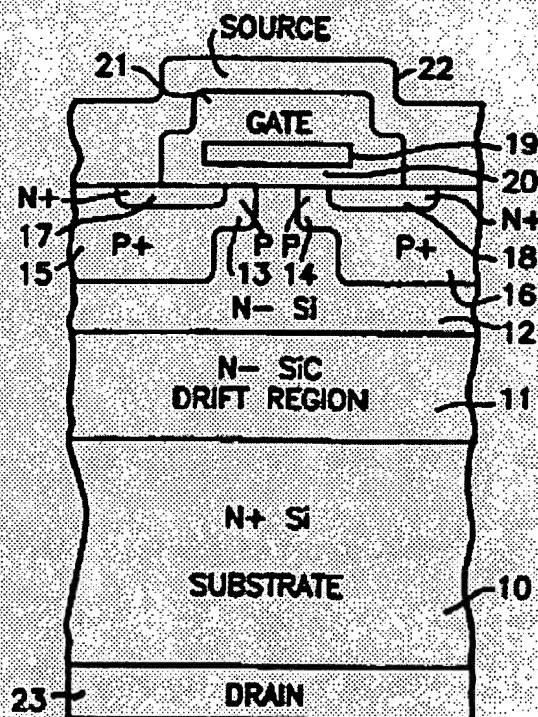


FIG. 1

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 196 41 839 A 1

51 Int. Cl. 9:
H 01 L 29/772
H 01 L 29/872

21 Aktenzeichen: 196 41 839.9
22 Anmeldetag: 10. 10. 98
43 Offenlegungstag: 15. 5. 97

DE 196 41 839 A 1

30 Unionspriorität: 32 33 31
10.10.95 US 004983

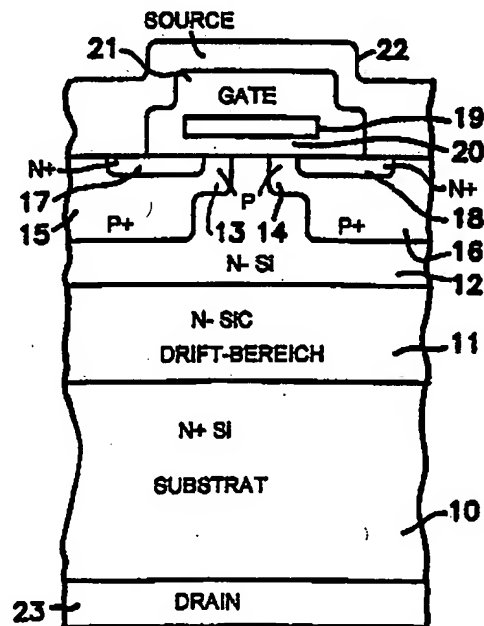
71 Anmelder:
International Rectifier Corp., El Segundo, Calif., US

74 Vertreter:
G. Koch und Kollegen, 80339 München

72 Erfinder:
Ajit, Janardhanan S., Sunnyvale, Calif., US

54 Halbleiter-Bauteil

57 Ein Halbleiterbauteil weist eine beispielsweise aus Silizium gebildete Epitaxial-Schicht (12) auf, die auf einem einen großen Bandabstand aufweisenden Material (11), wie zum Beispiel Siliziumcarbid angeordnet ist, das seinerseits auf einem Halbleitersubstrat (10), wie zum Beispiel aus Silizium, angeordnet ist. Das einen großen Bandabstand aufweisende Material erzielt eine Ladungskonzentration, die für die gleiche Durchbruchspannung wesentlich höher ist, als die eines üblichen Halbmateriale.



DE 196 41 839 A 1

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Halbleiter-Bauteil und insbesondere auf Hochspannungs-Halbleiterbauteile, die eine hohe Leitfähigkeit und große Durchbruchspannungen aufweisen.

5 Siliziumcarbid (SiC) hat einen größeren Bandabstand als Silizium (Si), so daß entsprechend SiC ein höheres kritisches elektrisches Lawinendurchbruchsfeld aufweist, als Si, wobei die Möglichkeit eines 100-fach besseren Betriebsverhaltens verglichen mit Silizium für Hochspannungs-Bauteile besteht. Im einzelnen hat 3C-SiC ein ungefähr 4-fach höheres kritisches elektrisches Lawinendurchbruchsfeld als Si; 6H-SiC hat ein ungefähr 8-mal höheres kritisches elektrisches Lawinendurchbruchsfeld als Si und 4H-SiC hat ein ungefähr 10-mal größeres kritisches elektrisches Lawinendurchbruchsfeld als Si. Das höhere kritische elektrische Feld von SiC ermöglicht eine stärkere Dotierung und dünnere Driftbereiche, wodurch der Einschalt-Widerstand von SiC-Leistungsbauteilen verglichen mit üblichen Si-Leistungsbauteilen verringert wird.

Derzeit besteht jedoch ein Problem mit SiC-Bauteilen darin, daß es schwierig ist, Dotierungsmittel in das SiC-Material einzudiffundieren. Im einzelnen erfordert die Diffusion von Dotierungsmitteln in SiC Temperaturen im Bereich von 1800°C. Ein weiteres Problem bei der Verwendung von SiC besteht darin, daß das Material eine niedrige MOS-Kanal-Träger-Mobilität aufweist, so daß bei Verwendung von SiC als ein Kanalmaterial in einem Halbleiter-Bauteil die Leitfähigkeit des Kanals verschlechtert werden kann.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein SiC-Halbleiter-Bauteil der eingangs genannten Art zu schaffen, das die vorstehenden Probleme beseitigt und eine hohe Leitfähigkeit und hohe Durchbruchspannungen aufweist.

20 Diese Aufgabe wird durch die im Patentanspruch 1 angegebenen Merkmale gelöst.

Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Die Nachteile der bekannten SiC-Bauteile werden erfindungsgemäß dadurch beseitigt, daß eine Halbleiterstruktur geschaffen wird, die eine dünne Epitaxialschicht aus Si auf einem Hauptkörper aus SiC-Material einschließt. Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist die dünne Epitaxialschicht ungefähr 3 µm dick. Die Struktur der vorliegenden Erfindung kann bei einem Leistungs-MOSFET, einem Graben-Leistungs-MOSFET, einer Diode und anderen Halbleiter-Bauteilen verwendet werden.

Um die Kosten zu verringern, kann die SiC-Schicht auf einem stark dotierten Si-Substrat ausgebildet werden (es wurde in der Literatur berichtet, daß 3C-SiC einfach auf Si aufgewachsen werden kann). Diese Strukturen, beispielsweise ein Leistungs-MOSFET mit einer epitaxial aufgewachsenen Siliziumschicht, können in einer vorhandenen Silizium-Leistungs-MOSFET-Herstellungs-Einrichtung unter Verwendung vorhandener Verfahren hergestellt werden.

Die Driftbereiche der die Struktur gemäß der vorliegenden Erfindung verwendenden Bauteile (zum Beispiel Leistungs-MOSFETs), bestehen hauptsächlich aus SiC, und, weil die Dotierung von SiC wesentlich höher als die von Si sein kann (während gleichzeitig die gleiche Spannung wie bei einem üblichen Si-Bauteil zulässig ist), ergeben die neuen Bauteilstrukturen gemäß der vorliegenden Erfindung niedrigere Einschaltwiderstände als übliche Si-Leistungsbauteile. Es sei jedoch bemerkt, daß die Durchbruchspannungen der Bauteilstrukturen gemäß der Erfindung immer noch durch das kritische Feld an der P-Hauptkörper-/N⁻-Driftbereichs-Grenzschicht bestimmt sind, die zumindestens teilweise in Si ausgebildet wird. Für Hochspannungs-Bauteile (beispielsweise von mehr als 60 Volt) wird erwartet, daß die Bauteilstrukturen der vorliegenden Erfindung 20%—90% niedrigere Einschaltwiderstände verglichen mit üblichen Si-Bauteilen ergeben.

Bei den neuen Strukturen gemäß der vorliegenden Erfindung, kann die P-Hauptkörper-/N⁻-Driftbereichs-Grenzschicht entweder vollständig in Si oder an der Si/SiC-Hetero-Grenzschicht ausgebildet werden. Für die größte Verbesserung wird bevorzugt, daß die Si-Schicht dünner ist, und daß die P-Hauptkörper-Diffusionen derart ausgeführt werden, daß die P-Hauptkörper-/N⁻-Driftbereichs-Grenzschichten in SiC ausgebildet werden. Derartige Strukturen erfordern jedoch die Diffusion von Dotierungsmitteln in SiC bei hohen Temperaturen und langen Zeitperioden, verglichen mit der Diffusion von Dotierungsmitteln in Si.

Es sei bemerkt, daß Strukturen, die andere große Bandabstände aufweisende Halbleitermaterialien verwenden, anstelle des angegebenen SiC-Materials verwendet werden können und immer noch von der vorliegenden Erfindung umfaßt sind.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im folgenden anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen noch näher erläutert.

In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 einen Querschnitt eines Leistungs-DMOSFET-Bauteils, das eine Struktur gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet,

Fig. 2 einen Querschnitt eines Schottky-Übergangs-Diodenbauteils, das eine Struktur gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet,

Fig. 3 einen Querschnitt eines Graben-Leistungs-MOSFET-Bauteils, das eine Struktur gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet,

Fig. 4 einen Querschnitt durch eine abgeänderte Ausführungsform eines Leistungs-DMOSFET-Bauteils, das eine Struktur gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet,

Fig. 5 einen Querschnitt einer abgeänderten Ausführungsform eines Graben-Leistungs-MOSFET-Bauteils, das eine Struktur gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet,

Fig. 6 einen Querschnitt einer Grenzschicht zwischen einem P-Leitungstyp-Silizium und einem N-Leitungstyp-Siliziumcarbid und eine entsprechende E-Feldverteilung längs der Grenzschicht gemäß des Bauteils nach Fig. 4 der vorliegenden Erfindung, und

Fig. 7 einen Querschnitt einer eine höhere Spannung ermöglichenden Grenzschicht der Bauteil-Struktur nach Fig. 1 sowie die entsprechende E-Feldverteilung.

In den beigefügten Zeichnungen zeigt Fig. 1 eine neuartige SiC-Leistungs-DMOSFET-Struktur gemäß der vorliegenden Erfindung, bei der ein N-Leitungstyp-SiC-Driftbereich 11 über einem N⁺-Si-Substrat 10 von üblicher Art angeordnet ist. Der SiC-Bereich 11 ist stärker dotiert als Si, so daß der SiC-Bereich einen geringeren spezifischen Widerstand aufweist, als bekannte Si-Driftbereiche, während gleichzeitig eine hohe Durchbruchspannung beibehalten wird. Eine drei Mikrometer dicke N⁻-Epitaxial-Schicht 12 wird auf der Oberseite des SiC-Bereiches 11 aufgewachsen. Übliche Leistungs-MOSFET-Grenzschichten (wie zum Beispiel die P⁻-Kanalbereiche 13, 14, die P⁺-Hauptkörper-Bereiche 15, 16, die N⁺-Sourcebereiche 17, 18, das Polysilizium-Gate 19, das Gate-Oxid 20, ein Zwischenschicht-Oxid 21 und ein darüberliegender Source-Kontakt 22) werden auf der N⁻-Epitaxialschicht 12 angeordnet. Ein Drain-Kontakt 23 ist an der Unterseite des Substrats 10 angeordnet.

Unter Bezugnahme auf Fig. 6 wird gezeigt, daß die Ladungsmenge in dem SiC-Bereich 11 mehr als dreimal so groß wie die von Silizium für die gleiche Durchbruchspannung ist. Fig. 6 zeigt eine Grenzschicht 50 vom P-Leitungstyp-Si 51 und vom N-Leitungstyp-SiC 52, wobei das entsprechende E-Feld ebenfalls angegeben ist. Um einen niedrigeren Einschaltwiderstand für den Driftbereich verglichen mit einem Si-MOSFET zu erzielen, soll die Driftbereich-Dämpfung (N_D) zur Unterstützung der hohen Spannung hoch sein, und die Driftbereichs-Dicke (W) zur Unterstützung der hohen Spannung sollte klein sein. Mit anderen Worten heißt dies, daß der Driftbereich in der Lage sein sollte, die Sperrspannung mit einer hohen Dotierung (N_D) und einer minimalen Dicke (W) zu unterstützen.

An der Grenzschicht 50 ergibt das Gauss'sche Gesetz, daß die folgenden Gleichungen gültig sind:

$$\begin{aligned} \epsilon_{Si} \cdot E_{Si} &= \epsilon_{SiC} \cdot E_{SiC} \\ E_{Si} &= (\epsilon_{Si}/\epsilon_{SiC}) \cdot E_{SiC} \\ E_{Si} &\approx 0,82 \cdot E_{SiC} \text{ für 3C-SiC} \\ E_{SiC} &\approx 1,21 \cdot E_{Si} \text{ für 3C-SiC.} \end{aligned} \quad 20$$

Im allgemeinen gelten für eine gleichförmige Dotierung in dem Driftbereich die folgenden Beziehungen:

$$E_c = q N_D W / \epsilon,$$

worin E_c das kritische Lawinendurchbruchsfeld für diese Struktur beim Durchbruch ist,

$$E_{SiC} = 1,21 \cdot E_{cSi}$$

$$\begin{aligned} \text{Steigung des E-Feldes} &= \frac{dE}{dY} = \frac{q N_D}{\epsilon} \end{aligned} \quad 35$$

Die Driftbereichs-Dotierung N_D ist proportional zu E_{Drift,max} und die Driftbereichs-Dicke W ist proportional zu ε.

Die vorstehende Gleichung zeigt, daß, damit das E-Feld über die kürzeste Strecke auf Null absinkt (für eine minimale Driftbereichs-Dicke W), die Dielektrizitätskonstante des Driftbereichs-Materials (ε) so niedrig wie möglich sein sollte.

Daher sollte für eine höhere Driftbereichs-Dotierung der Driftbereich aus einem Material mit einem höheren kritischen Lawinendurchbruchsfeld verglichen mit Silizium gebildet werden.

Für eine kleinere Dicke des Driftbereiches sollte der Driftbereich aus einem Material mit einer verglichen mit Silizium niedrigeren Dielektrizitätskonstante hergestellt sein.

SiC hat ein größeres kritisches Lawinendurchbruchsfeld und eine niedrigere Dielektrizitätskonstante verglichen mit Si.

Somit ist SiC sehr gut als Driftbereichs-Material geeignet und zur Absenkung des Widerstandes des Driftbereiches sollte der Driftbereich im wesentlichen aus einem Material wie SiC hergestellt werden.

Gemäß Fig. 1 kann irgendeine gewünschte Topologie bei der Schaffung von Grenzschichten in der N⁻-Epitaxial-Schicht 12 verwendet werden, wodurch andere Bauteile mit MOS-Gate-Steuerung gemäß der vorliegenden Erfindung gewonnen werden können.

Fig. 2 zeigt eine Schottky-Übergangs-Diode, die eine Struktur gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet. Den Elementen nach Fig. 1 ähnliche Elemente wurden mit den gleichen Bezugswerten bezeichnet. Der Hauptunterschied zwischen den Strukturen nach den Fig. 1 und 2 besteht darin, daß (i) der Bereich 12 keine Grenzschicht aufweist (statt dessen kann ein üblicher Schutzring verwendet werden), und daß (ii) die Kathode 22a vorzugsweise ein Material mit großer Ablöseenergie, wie zum Beispiel Molybdän oder dergleichen, ist. Wie dies weiter oben erwähnt wurde, ist die Ladungsmenge in dem SiC-Material für die gleiche Durchbruchspannung wesentlich höher als die von Si, so daß die Leitfähigkeit des Bauteils gegenüber üblichen Bauteilen mit der gleichen Durchbruchspannung verbessert ist.

Fig. 3 zeigt einen Graben-Leistungs-MOSFET, der eine Struktur gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet. Im einzelnen ist eine P-Silizium-Schicht 30, die sich von einem P⁺-Körper 31 aus erstreckt, gegen ein Gate-Oxyd 32 angeordnet, das den in dem Silizium eingetätzten Graben auskleidet. Der Graben ist mit einem Poly-Silizium-Gate 33 gefüllt. Ein N⁺-Source-Diffusionsbereich 34 ist in die P-Bereiche 30,31 eindiffundiert, und ein Source-Kontakt 22 ist auf den Bereichen 31 und 34 und dem Gate-Oxyd 32 angeordnet. Wie dies weiter oben erwähnt wurde, ist die Ladungsmenge in dem SiC-Material für die gleiche Durchbruchspannung wesentlich

höher als die von Si.

Das Bauteil nach Fig. 4 ist eine abgeänderte Ausführungsform eines MOSFET gemäß der vorliegenden Erfindung und ist ähnlich dem nach Fig. 1. Bei dem Bauteil nach Fig. 4 stehen die P⁺-Basen 15 und 16 direkt mit dem SiC-Driftbereich 11 in Berührung, wodurch eine vergleichsweise schmalere Epitaxial-Schicht 12 verbleibt.

Das Bauteil nach Fig. 5 ist ähnlich dem nach Fig. 3, mit der Ausnahme, daß die Grenzschicht zwischen dem P⁺-Bereich 31, dem P-Bereich 30 und dem N-Bereich 11 an der Si/SiC-Hetero-Grenzschicht gebildet ist.

Die vorstehenden Beispiele stellen lediglich einige denkbare Ausführungsformen dar, wobei vielfältige Abänderungen und Modifikationen im Rahmen der Erfindung für den Fachmann ohne weiteres erkennbar sind.

Patentansprüche

1. Halbleiterbauteil mit einem Halbleitersubstrat (10), dadurch gekennzeichnet, daß ein einen großen Band-Abstand aufweisendes und einen Driftbereich bildendes Material (11) auf dem Halbleitersubstrat (10) angeordnet ist, und daß eine Epitaxialschicht (12) aus Halbleitermaterial auf dem einen großen Bandabstand aufweisenden Material (11) angeordnet ist.
2. Halbleiterbauteil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das einen Driftbereich bildende, einen großen Bandabstand aufweisende Material (11) ein Material mit niedriger Dielektrizitätskonstante und hoher Trägerbeweglichkeit ist.
3. Halbleiterbauteil nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Epitaxial-Schicht (12) aus Halbleitermaterial ungefähr 3 µm dick ist.
4. Halbleiterbauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Material des Halbleitersubstrats (10) Silizium ist.
5. Halbleiterbauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das einen Driftbereich bildende, einen großen Bandabstand aufweisende Material (11) Siliziumcarbid ist.
6. Halbleiterbauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Epitaxial-Schicht (12) aus Halbleitermaterial Silizium ist.
7. Halbleiterbauteil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Material des Halbleitersubstrats (10) Silizium ist, daß das einen Driftbereich bildende Material (11) mit großem Bandabstand Siliziumcarbid ist, und daß die Epitaxial-Schicht (12) aus Halbleitermaterial Silizium ist.
8. MOSFET-Halbleiterbauteil mit einem dotiertem Halbleiter-Substrat, dadurch gekennzeichnet, daß ein einen Driftbereich bildendes dotiertes, einen großen Bandabstand aufweisendes Material (12) auf dem dotierten Halbleiter-Substrat (10) angeordnet ist, und daß eine dotierte Epitaxial-Schicht (12) auf dem einen großen Bandabstand aufweisenden Material (11) angeordnet ist.
9. MOSFET-Halbleiterbauteil nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das einen Driftbereich bildende, dotierte, einen großen Bandabstand aufweisende Material ein Material mit niedriger Dielektrizitäts-Konstante und hoher Trägerbeweglichkeit ist.
10. MOSFET-Halbleiterbauteil nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Epitaxial-Schicht (12) aus Halbleitermaterial ungefähr 3 µm dick ist.
11. MOSFET-Halbleiterbauteil nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Halbleiter-Substrat-Material (10) aus Silizium besteht.
12. MOSFET-Halbleiterbauteil nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß das einen Driftbereich bildende, einen großen Bandabstand aufweisende Material (11) Siliziumcarbid ist.
13. MOSFET-Halbleiterbauteil nach einem der Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Epitaxial-Schicht (12) aus Halbleitermaterial Silizium ist.
14. MOSFET-Halbleiterbauteil nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Halbleiter-Substrat-Material (10) Silizium ist, daß das einen Driftbereich bildende, einen großen Bandabstand aufweisende Material (11) Siliziumcarbid ist, und daß die Epitaxial-Schicht (12) aus Halbleitermaterial Silizium ist.
15. Halbleiterdiode mit einem dotierten Halbleitersubstrat, dadurch gekennzeichnet, daß ein einen Driftbereich bildendes dotiertes, einen großen Bandabstand aufweisendes Material (11) auf dem dotierten Halbleitersubstrat (10) angeordnet ist, und daß eine dotierte Epitaxial-Schicht (12) aus Halbleitermaterial auf dem einen großen Bandabstand aufweisenden Material (11) angeordnet ist.
16. Halbleiterdiode nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß das einen Driftbereich bildende dotierte, einen großen Bandabstand aufweisende Material (11) ein Material mit niedriger Dielektrizitäts-Konstante und einer hohen Trägerbeweglichkeit ist.
17. Halbleiterdiode nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Epitaxial-Schicht (12) aus Halbleitermaterial ungefähr 3 µm dick ist.
18. Halbleiterdiode nach einem der Ansprüche 15 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß das Halbleitersubstrat-Material (10) Silizium ist.
19. Halbleiterdiode nach einem der Ansprüche 15 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß das einen Driftbereich bildende, einen großen Bandabstand aufweisende Material (11) Siliziumcarbid ist.
20. Halbleiterdiode nach einem der Ansprüche 15 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Epitaxial-Schicht (12) aus Halbleitermaterial Silizium ist.
21. Halbleiterdiode nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß das Halbleitersubstrat-Material (10) Silizium ist, und daß das einen Driftbereich bildende, einen großen Bandabstand aufweisende Material Siliziumcarbid ist.
22. Halbleiterbauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Halbleiterbauteil ein Graben-Leistungs-MOSFET ist.
23. Halbleiterbauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß weiterhin Leistungs-

MOSFET-Grenzschichten oberhalb der Epitaxial-Schicht angeordnet sind und P⁺-Hauptkörper-Bereiche (13, 16), N⁺-Source-Bereiche (17, 18), ein Poly-Silizium-Gate (19), ein Gate-Oxyd (20) und ein darüberliegender Source-Kontakt (22) vorgesehen sind, die alle oberhalb der Epitaxial-Schicht (12) angeordnet sind.

24. Halbleiterbauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Drain-Kontakt (23) unterhalb des Halbleitersubstrats (10) angeordnet ist.

25. Halbleiterbauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die eine hohe Spannung unterstützende P-Hauptkörper-/N⁻-Drift-Grenzschicht an einer Hetero-Grenzschicht zwischen der Epitaxial-Schicht und dem einen großen Bandabstand aufweisenden Material gebildet ist.

26. Halbleiterbauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die eine hohe Spannung unterstützende Grenzschicht zwischen dem P-Hauptkörper und dem N⁻-Driftbereich in der Epitaxial-Schicht ausgebildet ist, wobei das einen großen Bandabstand aufweisende Material von der Oberfläche aus tiefer angeordnet ist, als die Grenzschicht.

27. Halbleiterbauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die hohe Spannung unterstützende Grenzschicht zwischen dem P-Hauptkörper-Bereich und dem N⁻-Driftbereich in dem einen großen Bandabstand aufweisenden Material ausgebildet ist, wobei die Hetero-Grenzschicht zwischen der Epitaxial-Schicht und dem einen großen Bandabstand aufweisenden Material von der Oberfläche aus flacher angeordnet ist, als die Grenzschicht zwischen dem P-Hauptkörper-Bereich und dem N⁺-Driftbereich.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

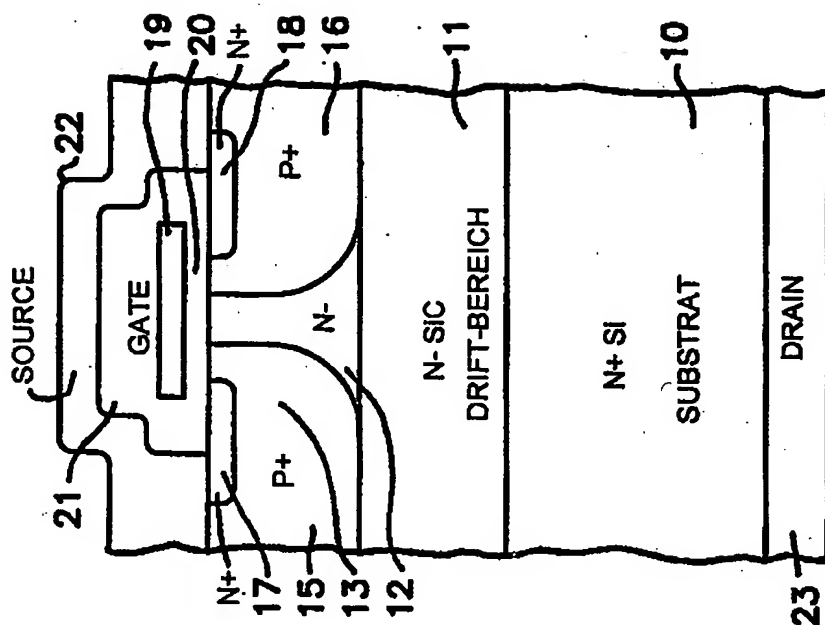
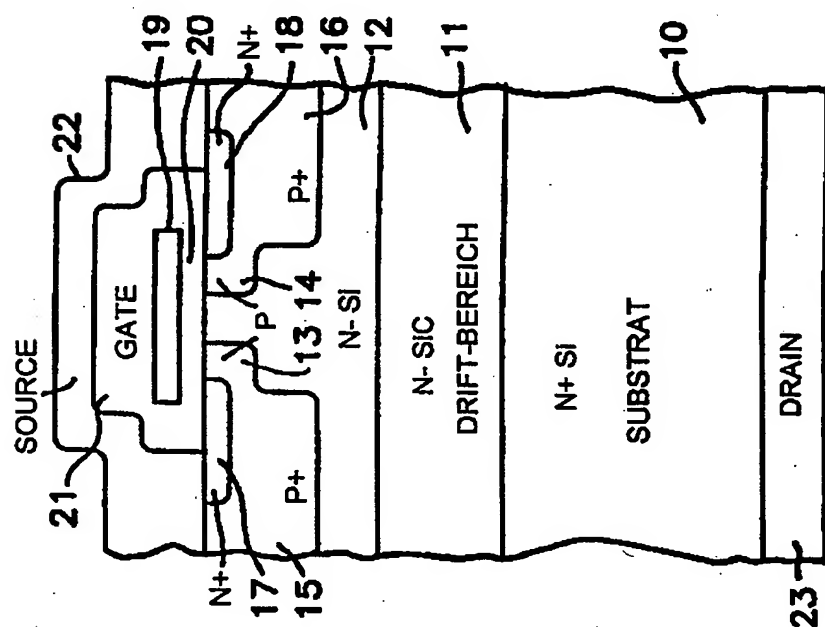


FIG. 4



१७६

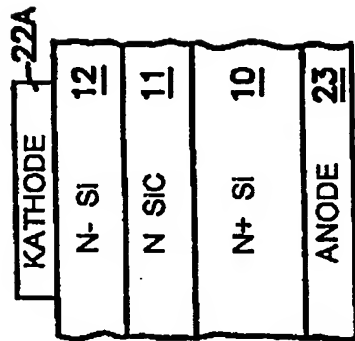


FIG. 2

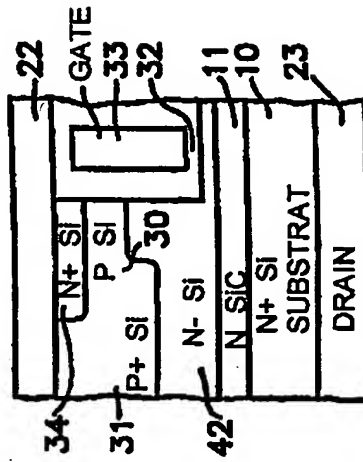


FIG. 3

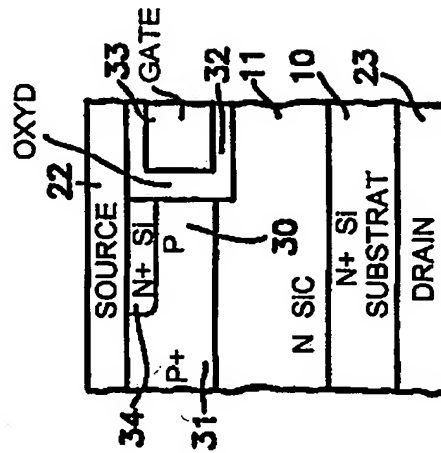


FIG. 5

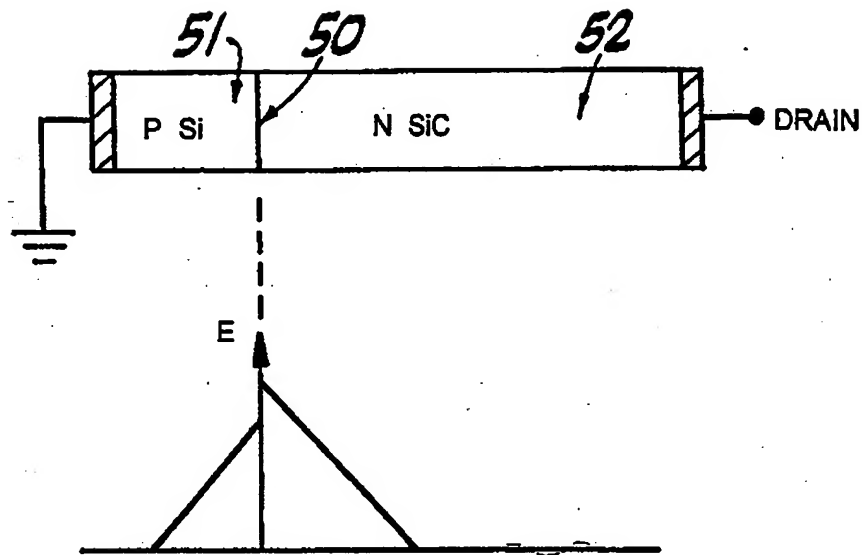


FIG. 6

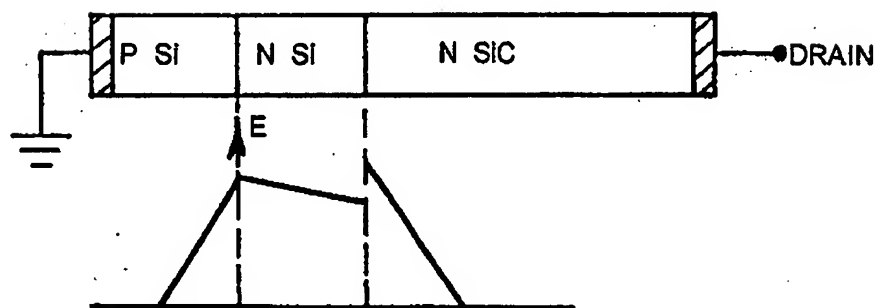


FIG. 7